

## **COMPARATIVA ENTRE TÉCNICAS NO INVASIVAS PARA LA MEDICIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE METANO EN EXPLOTACIONES COMERCIALES DE BOVINO LECHERO**

Rey<sup>1</sup>, J., Atxaerandio<sup>1</sup>, R., Ruiz<sup>1</sup>, R., Ugarte<sup>1</sup>, E., González-Recio<sup>2,3</sup>, O., Garcia-Rodriguez<sup>1</sup>, A. y Goiri<sup>1</sup>, I.

<sup>1</sup>NEIKER-Granja Modelo de Arkaute, Apdo. 46. 01080 Vitoria-Gasteiz.; <sup>2</sup>Escuela Técnica Superior De Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas. UPM. <sup>3</sup>Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria; jrey@neiker.eus

### **INTRODUCCIÓN**

En el informe de IPCC del 2014, se concluye que el 24 % de la producción total de gases de efecto invernadero (GEI) proviene de la agricultura y el sector forestal, siendo el sector ganadero el responsable del 14,5 % de los GEI de origen antropogénico (Gerber et al., 2013). Del conjunto de emisiones ligadas al sector ganadero, un 39,1 % es metano (CH<sub>4</sub>) de origen entérico (Gerber et al., 2013). Las emisiones de CH<sub>4</sub> suponen tanto una disminución de la eficiencia energética del alimento (Jhonson et al., 1993; IPCC, 2007) como una contribución al calentamiento y al cambio climático global (IPCC, 2014). En este contexto, la reducción de las emisiones de metano ganaderas, y en particular del metano entérico, se plantea como un asunto de primer nivel en el sector agroganadero. La reducción de estas emisiones se puede abordar desde una combinación de estrategias de manejo, nutricionales y de mejora genética. Sin embargo, para poder implementar cualquiera de estas estrategias, y en especial la integración de programas de mejora genética, es necesario tener datos individuales de metano en un gran número de animales en condiciones comerciales.

La producción de CH<sub>4</sub> es un carácter heredable, pero se requieren mediciones precisas y repetibles en el tiempo de la emisión de CH<sub>4</sub> para evaluar la eficacia de las posibles estrategias de selección para la reducción de las emisiones de CH<sub>4</sub> (Hammond et al., 2016). En este contexto, una cuestión que ha suscitado un gran interés en los últimos años es avanzar en la armonización de metodologías de medida, para posibilitar un intercambio de los datos obtenidos con diferentes metodologías de medida de metano y en diferentes grupos de investigación, con el objetivo de generar grandes bases de datos de emisiones de metano que nos ayuden a abordar las estrategias de reducción.

En la actualidad existen diferentes técnicas para medir CH<sub>4</sub>, pero se requiere de metodologías no invasivas y portátiles, capaces de medir las emisiones de CH<sub>4</sub> a gran escala y con precisión. Dos de los métodos más utilizados son el láser de mano (LMD) y un detector de metano infrarrojo (SNIFFER). A pesar de ello, hasta la fecha, no hay estudios que comparen estas dos técnicas entre sí. El objetivo de este estudio fue analizar el acuerdo y la concordancia de las emisiones de CH<sub>4</sub> mediante el LMD y el SNIFFER en condiciones de campo.

### **MATERIAL Y MÉTODOS**

Se compararon dos técnicas no invasivas para medir la concentración de metano: SNIFFER (Guardian NG Edinburg Instruments Ltd., Livingston, UK) y LMD (SA3C50A LaserMethane mini-G DLTokyo Gas Engineering Co., Ltd. Anritsu Devices Co., Ltd.). El SNIFFER mide la concentración metano (ppm) en el aire exhalado por los animales, mientras que el LMD mide la densidad de la columna de aire entre el aparato y el ollar del animal (ppm-m). Ambos realizan lecturas mediante espectroscopia de absorción infrarroja, registrando los datos cada 1 s el SNIFFER y 0,5 s el LMD.

El estudio se realizó en la explotación de vacuno lechero de la Escuela Agraria de Fraisoro (Zizurkil, Gipuzkoa). Para el estudio se utilizaron 29 vacas de las razas Holstein y Parda alpina. A cada animal se le realizaron seis medidas con el SNIFFER y el LMD en 6 días diferentes, conformando 164 medidas en su totalidad. Cada medida tuvo una duración de 5 minutos. Las medidas fueron simultáneas con ambos dispositivos, colocándose el LMD a 1 m de distancia del ollar, de forma horizontal, a la vez que se colocaba el final del tubo del equipo SNIFFER próximo al ollar del animal.

Se calculó la media de todos los valores de concentración de CH<sub>4</sub> y el número de picos en cada perfil de 5' en ambos dispositivos. Dado que las unidades son diferentes, se transformaron los datos obtenidos por el LMD a ppm, para su posterior comparación, para lo cual se consideró una burbuja de aire exhalado de 10 cm desde el ollar, y una concentración

de 2 ppm en el aire del ambiente. La asociación entre los valores de metano obtenidos con el LMD y las concentraciones de metano obtenidas con el SNIFFER se analizaron mediante un análisis de correlación de Pearson y Spearman, (SAS® Institute INC, Cary, NC, EEUU, Versión 7.15, 2017). Los datos también se analizaron utilizando un modelo bivariante de medidas repetidas en un marco bayesiano en el que las variables dependientes fueron la concentración de metano medida con el SNIFFER (ppm) y la medida con el LMD (ppm-m) o la concentración de metano del SNIFFER (ppm) y la medida con el LMD transformando las unidades a ppm. Se consideraron como efectos fijos el número de lactación, el estado de lactación y la raza, y como efecto aleatorio el animal.

Para el estudio de la concordancia entre los valores de concentración de metano obtenidos con ambos aparatos, se han calculado dos coeficientes de correlación escalados: el coeficiente de acuerdo individual y coeficiente de correlación de concordancia. Para ello se utilizaron los datos obtenidos por el SNIFFER y los datos calculados del LMD.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El método de correlación de Spearman mostró una correlación positiva y moderadamente alta entre métodos tanto para la concentración de metano, ( $r=0,74$ ,  $P<0,001$ ) como para el número de picos ( $r=0,72$ ,  $P<0,001$ ). Resultados similares se encontraron cuando se usó el método de Pearson para la concentración de metano ( $r=0,73$ ,  $P<0,001$ ) como para el número de picos ( $r=0,72$ ,  $P<0,001$ ).

**Tabla 1.** Medias posteriores obtenidas con el modelo bivariante de medidas repetidas. Las desviaciones estándar de la distribución posterior se muestran entre paréntesis.

Modelo bivariante de medidas repetidas	LMD	SNIFFER	LMD_cal
Unidad	ppm-m	ppm	ppm
Correlación entre métodos del efecto permanente (EEM)		0,93 (0,08)	
Varianza en el modelo bivariante	819	194003	81942
Repetibilidad (EEM)	0,29 (0,100)	0,35 (0,110)	0,29 (0,100)
Coefficiente de acuerdo individual		0,75	
Coefficiente de correlación de concordancia		0,51	

LMD: Laser de mano (ppm-m); LMD\_cal: Laser de mano calculado (ppm); EEM: error estándar de la media.

Cuando analizamos los datos con el modelo bivariante, en el que se tienen en cuenta diferentes fuentes de error, podemos observar como el coeficiente de correlación del efecto permanente es alto (Tabla 1). Los resultados del modelo bivariante también muestran que los datos de repetibilidad observados para ambos dispositivos están en línea con los descritos anteriormente por otros autores (Sorg et al, 2018; Lassen et al, 2012), siendo la repetibilidad para el SNIFFER (0,35) mayor que la observada para el LMD (0,29). El coeficiente de correlación de concordancia del LMD con el SNIFFER fue moderado (0,51). Sin embargo el coeficiente de acuerdo individual fue alto (0,75), indicando que la concordancia entre los resultados de ambos dispositivos fue moderadamente satisfactoria.

En conclusión, teniendo en cuenta los datos obtenidos en este estudio, se puede decir que las medidas de metano obtenidas con los métodos SNIFFER y LMD presentan un acuerdo razonable y podrían usarse conjuntamente para establecer rankings de individuos en relación a su producción de metano en estudios con fines de selección genética o para evaluar medidas de reducción de emisiones de metano.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Gerber, P.J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A., Tempio, G., 2013. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome. • IPCC (International Panel on Climate Change). 2014: Synthesis Report. Contribution of

Working Groups I, II, and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [Core Writing Team, Pachauri, R.K. and Meyer, L.A. (Eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 155 pp. <[http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/art5/syr/SYR\\_AR5\\_FINAL\\_full\\_wcover.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/art5/syr/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf)> • Johnson, J., Franzluebbers, A., Lachninnicht Weyers, S., Reicosky, D. 2007. Environmental Pollution 150: 107-124 • Lassen, J., Lovendahl, P., Madsen, J. 2012. American Dairy Science Association 95:890-898 • SAS 2017. Enterprise's Guide. Release 2017. • Sorg, D., Difford, G., Mühlbach, S., Kuhla, B., Swalve, H., Lassen, J., Strabel, T., Pszczola, M., 2018. Computers and Electronics in Agriculture 153: 285-294.

**Agradecimientos:** La investigación fue cofinanciada por el INIA (RTA2015-00022-C03-02) y el Departamento de Desarrollo Económico y Competitividad del Gobierno Vasco.

## **COMPARISON BETWEEN NON-INVASIVE METHANE MEASUREMENT TECHNIQUES IN CATTLE**

**ABSTRACT:** The aim of this study was to study the agreement between laser methane detector (LMD) and a NDIR methane detector (SNIFFER). On six different days, methane was measured during a 5-min sampling period simultaneously with the two devices for 29 dairy cows, obtaining a total of 164 paired measurements. Measurements with LMD were taken at 1 m distance of cows' nostrils and SNIFFER tube was put on the cows nostrils. For every 5 min interval the average methane concentration and the number of peaks with both devices were calculated. Pearson and Spearman correlation coefficients were calculated. Data was also analyzed using a bivariate model for repeated measurements in a bayesian framework, and to study concordance between methods two scaled correlation coefficients were calculated: concordance correlation coefficient (CCC) and coefficient of individual agreement (CIA). Pearson and Spearman correlation coefficients were high for average concentration ( $r=0.73$  and  $r=0.74$ ,  $P<0.001$ , respectively) and for the number of peaks ( $r=0.72$ ,  $r=0.72$ ,  $P<0,001$ , respectively). Results from bivariate model showed a high correlation between devices ( $r=0.93$ ), and scaled correlation coefficients were moderate (CCC=0.51) or high (CIA=0.75). In conclusion, data obtained with both devices could be interchangeable to rank animals for breeding purposes or study methane abatement strategies.

**Keywords:** cow, methane, SNIFER, LMD.